

AValiação de Perdas no Processo Produtivo e Reestruturação do Layout em um Clube de Assinatura de Livros

Celina Raposo Pereira* E-mail: celinaraposo@gmail.com

Ricardo Augusto Cassel, *Ph.D.** E-mail: cassel@producao.ufrgs.br

*Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia de Produção.

Resumo: O mercado de clubes de assinatura apresentou uma ascensão nos últimos anos no país. No entanto, o alto potencial econômico deste tipo de negócio propiciou um aumento do número de entrantes neste mercado que impôs que os clubes de assinatura se tornassem mais eficientes para serem competitivos. Raiter (2012) afirma que otimizar o layout de um armazém pode ser capaz de gerar diferenciais competitivos. O layout tem um efeito significativo no desempenho de produção ou no desempenho do sistema de serviço. Além disso, representa o maior e mais caro ativo da organização (STAHL, 1990). Neste contexto, o objetivo deste estudo foi analisar e reestruturar o layout do setor de armazenagem e montagem em um clube de assinatura de livros. Para isto, foi realizada uma pesquisa com abordagem qualitativa e exploratória, na qual foi elaborado o mapeamento de processos do local e foi aplicado o método SLP (Systematic Layout Planning). Os resultados obtidos mostram uma maior linearidade do percurso realizado pelos materiais, a definição da necessidade de espaço de cada unidade, bem como uma redução no índice carga-distância de 14%.

Palavras-chave: Clubes de assinatura, Armazenagem, Layout, SLP, Análise de Processos.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, diversas mudanças sociais, econômicas, políticas e tecnológicas vêm ocorrendo, tornando necessárias modificações nos setores produtivos. Objetivando adaptar-se a essas mudanças e comportamentos, além de atuar de forma eficaz no atual processo de globalização dos mercados, percebe-se a necessidade de aumentar o grau de competitividade entre empresas na disputa por clientes (IANNI, 1997).

As empresas procuram continuamente uma produção mais competitiva, o que significa melhor qualidade nos produtos oferecidos, bem como custos que permitam oferecer menores preços. A crescente competitividade industrial demanda organização e racionalização dos processos produtivos, respeitando as características da organização e sua capacidade produtiva (GEITENES, 2013).

O *layout* tem um efeito significativo no desempenho da produção ou no desempenho do sistema de serviço. Além disso, representa o maior e mais caro ativo

da organização (STAHL,1990). Um bom arranjo físico pode beneficiar todos os setores de uma organização, pois determina a forma, a aparência e a maneira como materiais, informações e clientes fluem através da operação (SLACK et al., 2009). Para um centro de distribuição, o *layout* tem influência direta sobre fluxo de informação, eficiência da operação logística, custo e segurança de todo o sistema (YANG, 2003).

Um dos problemas de armazém mais estudados nos últimos 30 anos é o design do layout e alocação de produtos para aumentar a utilização do espaço, e diminuir os tempos de viagem, manuseio de materiais e custos (LARSON et al., 1997; CANEN e WILLIAMSON, 1998; VAN DEN BERG, 1999; SHOUMAN et al., 2005 apud HUERTAS et al., 2007).

Neste contexto, o objetivo deste artigo foi analisar e desenvolver o *layout* dos setores de armazenagem e de montagem de um clube de assinatura de livros, com base em princípios da Produção Enxuta. Buscam-se oportunidades de melhoria para estabelecer a melhor adequação do espaço e organização dos fluxos de materiais e de pessoas. Assim, visa-se reduzir perdas ocasionadas por falhas no *layout* que podem permitir à empresa atender às flutuações de demanda e garantir o nível de serviço esperado pelo cliente a um custo menor.

Os clubes de assinatura são empresas que oferecem um produto e/ou serviço pretendido pelo cliente em uma determinada periodicidade, mediante o pagamento recorrente de assinatura. De acordo com dados da Associação Brasileira de Comércio Eletrônico (ABComm), esse segmento do setor movimentou R\$ 600 milhões em 2015, o que representou um crescimento de 40% em relação ao ano anterior. A empresa estudada cresceu significativamente ao longo dos anos, o que exigiu mudanças em suas estruturas organizacional, física e tecnológica para que se adaptasse às exigências de mercado. Esta reorganização engloba a mudança de sede da empresa e a reestruturação do *layout* dos setores de armazenagem e de montagem, pois a empresa não tem estabelecidas a necessidade de espaço e de localização de cada área, além de apresentar fluxos confusos de materiais e pessoas. Com a perspectiva promissora deste mercado, aumentou o número de entrantes, o que exigiu ainda mais eficiência da organização estudada. O método utilizado foi o *Systematic Layout Planning*. De acordo com Wu (2016), este método analisa as áreas funcionais e os

processos do centro de distribuição logística, estuda a relação entre as várias unidades operacionais. De acordo com o grau de proximidade da relação entre unidades operacionais, determina-se a distância entre as unidades operacionais e organiza-se a posição de cada unidade operacional. Para entender os processos logísticos foi realizado um mapeamento de processos e identificação das perdas existentes ao longo do processo.

O artigo está organizado em cinco seções, sendo esta primeira a introdutória, que contextualiza o assunto e aborda o objetivo e a justificativa do trabalho. A seção 2 apresenta a revisão bibliográfica referente aos conceitos e ferramentas de estudo do *Layout* utilizados como base teórica para o desenvolvimento da pesquisa. A seção 3 apresenta os procedimentos metodológicos, contemplando mapeamento de processos e etapas do *Systematic Layout Planning* (SLP). A seção 4 apresenta os resultados obtidos e as discussões geradas. A seção 5 conclui o estudo e oferece as considerações finais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção são apresentados os principais conceitos de *layout* e sua influência na competitividade das empresas. Também são relatados métodos e técnicas de análises de *layout* e aplicações de estudo de *layout* em outras empresas. Esta revisão é utilizada como base para a definição do método aplicado neste trabalho.

2.1 *Layout*

O arranjo físico de uma operação produtiva diz respeito ao posicionamento físico dos seus recursos transformadores. Isso significa decidir onde colocar todas as instalações, máquinas, equipamentos e pessoal da operação (SLACK et al., 2007).

Vieira (1981) já afirmava que o problema do *layout* é a alocação relativa mais econômica das várias áreas de produção. Em outras palavras, é a melhor utilização do espaço disponível que resulte em um processamento mais efetivo, através de menor distância, no menor tempo possível.

Lee (1998), ainda no século passado, argumentava que o *layout* pode ser a essência da produção eficiente, desde que seu projeto trate desde a localização global até as estações de trabalho, tendo como resultado um ambiente que integra pessoas, serviços, produtos, informações e tecnologia. Além disso, Rawabdeh e Tahboub (2005) afirmam que o planejamento do *layout* é um processo crítico de longo prazo e que necessita de investimentos de capital, muitas vezes apresentando gastos elevados. Assim, reorganizar o arranjo físico torna-se um importante desafio industrial, afetando direta ou indiretamente o custo do produto.

Corrêa e Corrêa (2012) apontam que o objetivo primordial das decisões sobre arranjo físico é, acima de tudo, apoiar a estratégia competitiva da operação, ou seja, deve haver um alinhamento entre as características do arranjo físico e as prioridades competitivas, evitando conflitos entre a obtenção de flexibilidade e de eficiência. Os planos de *layout* convertem decisões mais amplas sobre prioridades competitivas, estratégia do processo, qualidade e capacidade dos processos em arranjos físicos reais de pessoas, equipamentos e espaços (KRAJEWSKI et al., 2010).

Segundo Corrêa e Corrêa (2004), um bom projeto de arranjo físico pode visar tanto a eliminar atividades que não agregam valor quanto a enfatizar atividades que agregam, como: a) minimizar os custos de manuseio e movimentação interna de materiais; b) utilizar o espaço físico disponível de forma eficiente; c) apoiar o uso eficiente da mão de obra, evitando que esta se movimente desnecessariamente; d) facilitar a comunicação entre as pessoas envolvidas na operação, quando adequado; e) reduzir tempos de ciclo dentro da operação, garantindo fluxos mais linearizados, sempre que possível e coerente com a estratégia; f) facilitar a entrada, saída e movimentação dos fluxos de pessoas e de materiais; e g) incorporar medidas de qualidade e atender a exigências legais de segurança no trabalho.

Existem diferentes tipos de *layout* que estão relacionados aos níveis de volume e variedade de produtos. De acordo com Krajewski et. al. (2010), os tipos de *layout* podem ser classificados em: a) *layout* por processo – organiza os recursos (funcionários e equipamentos) por função; b) *layout* por produto – tem fluxo de trabalho linear e tarefas repetitivas; c) *layout* de posição fixa – o local do serviço ou de fabricação é fixo, mantendo o produto na maior parte do tempo em uma mesma posição, enquanto os funcionários, junto com seu equipamento, vêm ao local para

fazer o seu trabalho; e d) *layout* híbrido – o *layout* combina elementos tanto de processos diferentes quanto de fluxo por produto.

De acordo com Neumann e Scalice (2015), o *layout* de qualquer empresa é o resultado final de uma análise dos arranjos físicos propostos, após as decisões relacionadas a produtos, processos e recursos de produção terem sido tomadas. Este resultado determina o fluxo de materiais, pessoas e informações dentro do ambiente de produção.

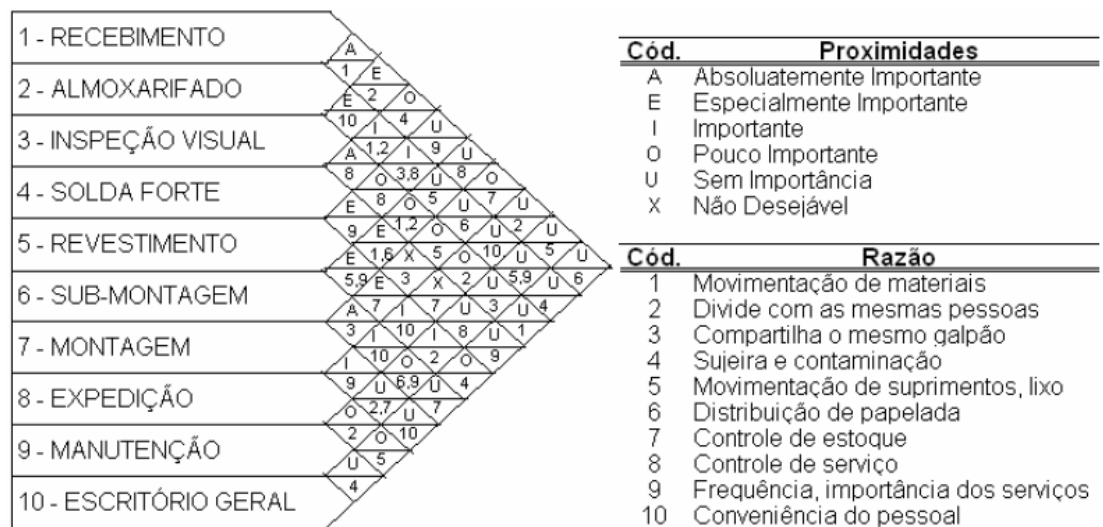
2.2 Planejamento Sistemático de *Layout*

O Planejamento Sistemático de *Layout* consiste de uma estrutura de fases através da qual cada projeto deve passar de um padrão de procedimentos. A finalidade do método é o planejamento contínuo de convenções para identificação, visualização e classificação de várias atividades, relações e alternativas envolvidas em qualquer projeto de *layout* (MUTHER e WHEELER, 2000).

Muther e Wheeler (2000) elaboraram o SLP simplificado, que é um método mais simples e aplicável a qualquer tipo de espaço. O SLP simplificado é constituído de seis passos na estruturação do *layout* de uma área: inter-relações de atividades, determinação de espaços, diagrama de fluxo, diagrama de inter-relações entre os espaços, avaliar arranjos, detalhar o plano do *layout* selecionado. As descrições de cada passo são:

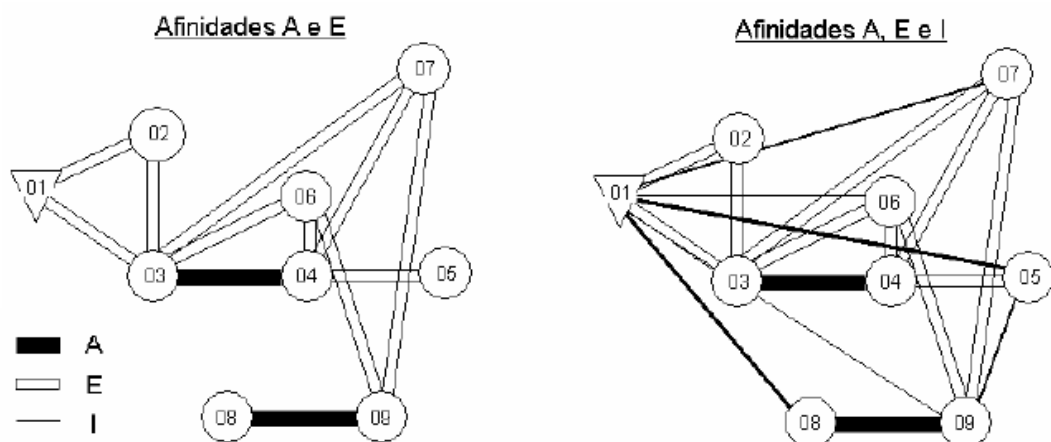
- i) Inter-relações de atividades: cria-se o diagrama das relações (diagrama de afinidade), ou seja, relaciona-se cada atividade, área, função ou características importantes das instalações envolvidas no *layout* considerado, com todas as outras atividades, através de um grau de proximidade desejado (MUTHER e WHEELER, 2000). A Figura 1 apresenta o Diagrama de relações, o grau de proximidade necessário entre os departamentos e a razão pela qual devem permanecer próximos.

Figura 1: Diagrama das relações (fonte: TORTORELLA, 2006)



- ii) Determinação de espaços: nesta etapa é realizado o levantamento do espaço que cada UPE (Unidade de Planejamento de Espaço) necessita e de quanto espaço a mesma tem disponível (TOMPKINS, 2010).
- iii) Diagrama de fluxo: nesta etapa é realizada a relação das atividades através de um diagrama, com o objetivo de transformar as informações sobre a sequência de atividades e proximidades relativas em um esboço de localização (MUTHER e WHEELER, 2000). A Figura 2 representa um exemplo de diagrama de fluxo.

Figura 2: Diagrama de Fluxo (Fonte: LUZZI, 2004)



- iv) Diagrama de inter-relações entre os espaços: nesta etapa as necessidades de espaço são sobrepostas ao Diagrama de fluxo, permitindo melhor visualização do conjunto de UPE's e possibilidades de união entre elas (NEUMANN e SCALICE, 2015).
- v) Avaliar arranjos: avalia-se o desempenho individual de cada proposta. O procedimento adotado é o da análise dos parâmetros críticos do projeto (NEUMANN e SCALICE, 2015).
- vi) Detalhar o plano de *layout* selecionado: neste passo final desenha-se o plano de *layout* selecionado, que marcará de forma significativa os equipamentos ou características detalhadas individuais (MUTHER e WHEELER, 2000).

Segundo Muther e Wheeler (2000) qualquer *layout* envolve: i) as relações entre as diversas funções e atividades; ii) o espaço em uma determinada quantidade e tipo para cada atividade; iii) o ajuste destes dentro do planejamento de *layout*. Segundo Yang et al. (2000), o método SLP é uma ferramenta eficiente, que se adequa às necessidades da empresa e fornece diretrizes para a avaliação de alternativas para o *layout*.

2.3 Sistema de Produção Enxuta

Segundo Ghinato (1999, apud WASTOWSKI, 2001) a Produção Enxuta é um sistema integrado de princípios, procedimentos operacionais e ferramentas que possibilita a continua busca da perfeita geração de valor para o cliente, tendo o *Just-in-time* e o *Jidoka* como seus dois pilares de sustentação. *Just-in-time* significa que cada processo deve ser suprido com itens certos, no momento certo, na quantidade certa e no local certo. *Jidoka* consiste em facultar ao operador ou à máquina a autonomia de parar o processamento sempre que for detectada qualquer anormalidade (GHINATO, 2000). A base do sistema é a estabilidade composta por *Heijunka*, *Kaizen* e padronização das operações. *Heijunka* é o nivelamento da produção em termos de volume e variedade dos produtos; *kaizen* é a melhoria contínua; e a padronização das operações: visa estabilizar o processo para que as

perdas possam ser identificadas, e as ações de melhoria possam ser planejadas (LUZZI, 2004).

A Produção Enxuta é uma abordagem disciplinada, que visa aprimorar a produtividade global e eliminar os desperdícios. Uma filosofia-chave da Produção Enxuta é a simplificação (SLACK et al., 2009). Segundo Womack e Jones, a Produção Enxuta tem cinco princípios básicos: (i) valor: determinar necessidade que gera valor ao cliente; (ii) cadeia de valor: enxergar todo o processo, separando os processos em categorias, de acordo com a agregação de valor; (iii) fluxo contínuo; (iv) produção puxada: produção inicia com o pedido do cliente. (v) perfeição: fazer os quatro princípios anteriores interagirem para a eliminação de desperdício. De acordo com Sarcinelli (2008), o Sistema de Produção Enxuta é mais eficiente, flexível, ágil e inovador do que a produção em massa. Um sistema habilitado a enfrentar melhor um mercado em constante mudança.

2.4 Perdas do Sistema de Produção Enxuta

De acordo com Antunes et al. (2008), perdas são conceituadas como operações ou movimentos desnecessários, que geram custos e não agregam valor e, portanto, devem ser eliminadas do sistema. Shingo (1996) propõe sete classes de perdas:

- Perdas por superprodução: existem dois tipos de perdas por superprodução. A superprodução quantitativa é a perda por produzir além do volume programado ou requerido, enquanto a superprodução antecipada é a perda decorrente de uma produção realizada antes do momento necessário (SHINGO, 1996).
- Perdas por transporte: o transporte é uma atividade que não agrega valor e, como tal, pode ser encarado como perda que deve ser minimizada. (GHINATO, 2000).
- Perdas no processamento em si: atividades de processamento que são desnecessárias para que o produto/serviço adquira as características desejadas ou especificadas pelo cliente (HEINEN, 2013).
- Perdas por fabricação de produtos defeituosos: as perdas por fabricação de produtos defeituosos consistem na fabricação de peças, subcomponentes e produtos

acabados que não atendem às especificações de qualidade requeridas no projeto (ANTUNES et al., 2008).

- Perdas por movimentação: segundo Ghinato (2000), relacionam-se aos movimentos desnecessários realizados pelos operadores na execução de uma operação.

- Perdas por espera: segundo Heinen (2013), decorrem de um intervalo de tempo no qual nenhum processamento, transporte ou inspeção é executado. De acordo com Shingo (1996), as perdas por espera podem ser classificadas em: i) esperas de processo: quando lotes permanecem esperando liberação, enquanto o lote precedente é processado, inspecionado ou transportado; ii) esperas de lotes: quando componentes de um lote esperam que o processamento de todo o lote seja concluído.

- Perdas por estoque: consistem nas manutenções de estoque de matérias-primas, material em processamento e produtos acabados. Segundo Corrêa e Corrêa (2004), os estoques, além de ocultarem outros tipos de desperdícios, significam desperdícios de investimento e de espaço.








Segundo Silva et al. (2009), dentre os tradicionais sete desperdícios identificados por Shingo no Sistema Toyota de Produção, três estão diretamente relacionados com a disposição física dos equipamentos de produção: transporte excessivo, movimentação desnecessária e estoques. Luzzi (2004) acrescenta que a perda por espera também é influenciada pelo *layout*. Para contribuir com a eliminação de desperdícios é necessária uma análise e reformulação do arranjo físico.

2.5 Ferramentas de Análise de Processo

De acordo com Rivera e Chen (2007), o processo produtivo associado ao uso de recursos pode ser observado no mapeamento do fluxo. Para fazer o mapeamento do processo, é necessário seguir o fluxo de produção, observando suas peculiaridades, as agregações com que cada operação contribui (ou não), bem como o tempo em que o produto permanece em cada uma delas. Para Krajewski et al. (2009), uma vez que um processo é realmente entendido, ele pode ser melhorado, sendo o mapeamento dos processos utilizado com o objetivo de identificar pontos de melhoria.

Segundo Neumann e Scalice (2015), para elaborar o Diagrama de Processos, cada elemento ou etapa do processo deve receber um símbolo, segundo a norma ANSI Y15.3M-1979. Todos os símbolos representam diferentes tipos de eventos, que são mostrados na Figura 3.

Figura 3: Padrão do ANSI Y15.3M-1979 para Diagrama de Processo (fonte: NEUMANN e SCALICE 2015).

	Nome	Ação	Exemplos
	Operação	Agrega Valor	Corte, pintura, embalagem,...
	Espera/Atraso	Atraso/retenção	Fila
	Estocagem	Armazenamento formal	Depósito, "pulmão",...
	Transporte	Movimenta itens	Esteira, guindaste, corda,...
	Inspecção	Verifica defeitos	Insp. Visual, dimensional,...
	Manuseio	Transfere ou classifica	Colocação na esteira,...
	Montagem	Operação dedicada	Montagem

Já o Mapofluxograma representa a movimentação física de um ou de vários itens, através dos centros de processamento dispostos no *layout* de uma instalação produtiva. A trajetória ou rota física dos itens, que podem ser produtos, materiais, formulários ou pessoas, é desenhado, por meio de linhas gráficas com indicação de sentido de movimento, sobre a planta baixa em escala da instalação envolvida (NEUMANN e SCALICE, 2015).

2.6 Aplicações de Projetos de *Layout*

As aplicações de projetos de *layout* baseiam-se em ferramentas como mapeamento de processos ou ainda por meio do método SLP. Os resultados apresentados em outros trabalhos comprovam a eficácia destes métodos.

Silva et al. (2012) desenvolveram um modelo de projeto de *layout* para ambientes *job shop* com alta variedade de peças, baseado nos conceitos de produção enxuta (mapeamento do fluxo de valor, análise de capacidade com base no takt time e análise dos recursos restritivos). A aplicação do modelo em empresas do setor metalmeccânico gerou ganhos com redução de movimentação na ordem de 40 a 50% e redução da área produtiva utilizada em 40%.

Luzzi (2004) apresentou o planejamento e implementação do *layout* industrial de uma empresa fabricante de bolas. O projeto teve redução de 50% do estoque em processo e apontou um prazo de 1,06 anos para o retorno do investimento do projeto.

Soares et al. (2011) apresentou uma proposta de simulação computacional da reestruturação de um *layout* celular. Os princípios utilizados no trabalho foram: (i) a flexibilização do processo de produção, de forma a enriquecer o trabalho dos funcionários; (ii) a aproximação dos postos de trabalho e a aproximação dos materiais e ferramentas aos postos de trabalho; e (iii) o dimensionamento dos postos de trabalho de forma a proporcionar menor ociosidade dos operadores. Com a simulação de mudanças no *layout* celular obteve-se uma redução de 34% no *work in process* (WIP), uma redução de 39% no *lead time* e uma redução de 40% na necessidade de mão-de-obra na célula de manufatura.

Wu et al. (2016) realizaram um estudo do *layout* de um centro de distribuição. Consideraram critérios logísticos, como fluxo de materiais, e critérios não relacionados à logística para estabelecer o grau de proximidade entre as unidades de produção. Por fim, realizaram duas possíveis alternativas e definiram o melhor *layout*, comparando fluxo logístico e distância entre unidades de produção.

Watanapa et al. (2012) aplicaram o SLP em uma fábrica de polias, avaliando, principalmente, a sequência das operações e o fluxo de material entre elas. O estudo resultou em uma diminuição de 3,85m na distância percorrida do início ao fim do processo.

3. MÉTODO

Nesta seção foi abordado o método realizado para aplicação do trabalho. Apresentou-se a descrição do cenário atual da empresa, a caracterização do método de pesquisa e as etapas do método de trabalho.

3.1 Descrição do cenário

A organização selecionada para a elaboração deste trabalho é um clube de assinatura de livros fundado em 2014 e situado em Porto Alegre, Rio Grande do Sul. A empresa conta com aproximadamente 60 funcionários e atua no mercado *business*

to customer em âmbito nacional, possuindo atualmente 18 mil assinantes, a maioria residente nas regiões Sul e Sudeste. Os processos abordados no estudo são: recebimento, armazenagem, montagem e expedição.

3.2 Etapas do método de pesquisa

Quanto à natureza da pesquisa, Silva e Menezes (2005) afirmam que a pesquisa aplicada objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigidos à solução de problemas específicos, envolvendo verdades e interesses locais. Esta pesquisa é de natureza aplicada, pois visa desenvolver um *layout* de fábrica que atenda aos princípios da filosofia de produção enxuta. A pesquisa caracteriza-se como pesquisa-ação, tipo de estudo que, segundo Thiollent (1998), é desenvolvido com o objetivo de resolver problemas coletivos por meio de uma ação conjunta entre equipe de trabalho e pesquisador. A pesquisa exploratória tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses (GIL, 2002). Este estudo é caracterizado como exploratório, porque tem finalidade de compreender as perdas do *layout* atual para propor um novo. Por fim, a pesquisa é considerada qualitativa, que, segundo Creswell (2002), é definida como um processo de busca do entendimento baseado na tradição metodológica.

3.3 Caracterização do método de pesquisa-ação

O trabalho foi realizado em três etapas: (i) análise da situação atual; (ii) análise do *layout* atual; (iii) projeto do *layout* futuro.

3.3.1 Análise da situação atual

Nesta etapa foi realizada uma coleta de dados com relação ao produto fabricado na empresa, levando em consideração suas características e particularidades. Buscaram-se dados de volume de produção histórica e a previsão de demanda futura.

Foi realizado um mapeamento de processos a fim de compreender o fluxo de material, desde o pedido até a entrega do produto. O mapeamento é realizado por

meio de um fluxograma, que descreve as etapas do processo. Além disso, foram realizadas cartas de processo, que classificam as etapas em operação, inspeção, espera, transporte e estoque. A partir deste detalhamento foi calculado o índice de valor agregado que representa o percentual de elementos agregadores de valor ou de operação, avaliando as perdas existentes no processo e como minimizá-las na elaboração de um novo *layout*.

3.3.2 Análise do *layout* atual

Nesta etapa foram coletados dados referentes ao *layout* da fábrica, por meio de um esboço da planta do local e de fotografias da situação atual. Caracterizou-se o tipo de *layout* atual adotado pela empresa, bem como foi identificada a disposição e a dimensão das áreas de operação, transporte e armazenamento de materiais, para avaliar a utilização do espaço atual.

Posteriormente, foi realizado um mapofluxograma, utilizando a planta baixa da fábrica para representar a movimentação física de materiais e de pessoas. A ferramenta auxilia na visualização da distância percorrida durante o processo. A análise mostra oportunidades de melhorias nas movimentações a serem abordadas no novo projeto de *layout*.

3.3.3 Projeto do *layout* futuro

Nesta etapa foram definidas as unidades de planejamento do espaço (UPE), de acordo com as informações obtidas sobre o produto e o fluxograma de processos. Uma vez definidas as UPEs, foi realizado um Diagrama de Relações, com a finalidade de estabelecer o grau de proximidade necessário entre as UPEs, baseado nos seguintes critérios: (i) fluxo de materiais e (ii) fluxo de pessoas.

A fim de estabelecer o fluxo de material entre unidades foi utilizada a ferramenta carta de-para, a qual é estruturada na forma de matriz, indicando o fluxo de material que circula de um local a outro. A unidade padrão utilizada foi o número de viagens necessárias para o atendimento da demanda. Para a definição do número de viagens foram considerados as unidades de transporte, a quantidade transportada por vez e,

posteriormente, o número necessário de componentes que fluem entre as unidades em um mês.

Posteriormente, foi realizada a determinação dos espaços necessários para cada UPE na planta fabril. O dimensionamento de espaços foi iniciado no processo de montagem, por meio da determinação da capacidade e de recursos produtivos necessários para atender à demanda. O espaço necessário para as demais UPEs foi estabelecido considerando a quantidade de estoque necessária para atender à demanda, dimensão dos materiais em estoque e políticas de entrega dos fornecedores.

Dessa forma, foi realizado o Diagrama de Inter-relações entre os Espaços, para integrar as informações obtidas sobre o grau de proximidade necessário e o dimensionamento dos espaços. Assim, foram realizadas possíveis alocações das UPEs na planta.

Por fim, foi realizado o *layout* proposto de forma detalhada, mostrando os fluxos de cada material na planta do local. E calculou-se o índice de carga-distância entre os departamentos, levando em consideração o número de viagens percorridas entre unidades e a distância média percorrida, conforme a Fórmula 1. Este índice serviu como indicador de comparação entre o *layout* atual e o proposto.

$$I = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N V_{ij} D_{ij} \quad \text{Fórmula 1}$$

V_{ij} = Número de viagens entre o departamento i e o departamento j

D_{ij} = Distância entre i e j

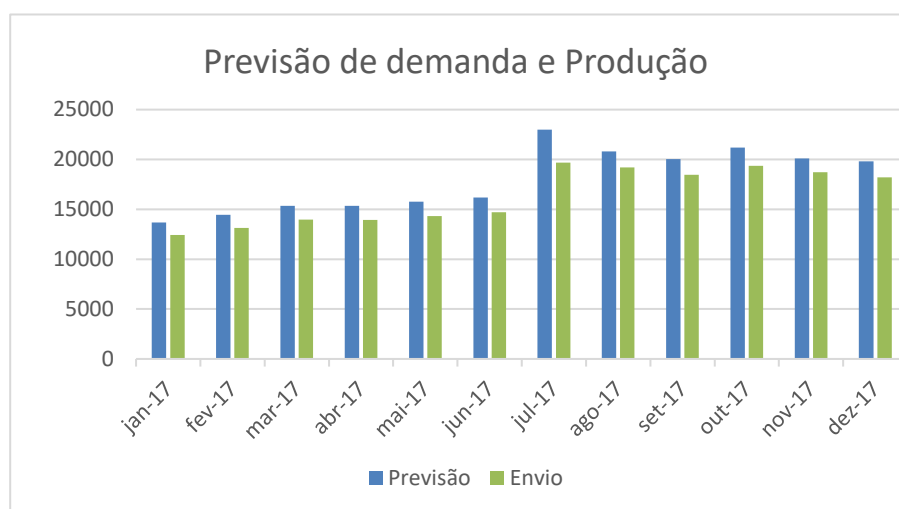
4. RESULTADOS

Nesta seção são relatados os resultados do processo de análise da situação atual da empresa e os processos que ocorrem no armazém. Além de considerar a estrutura do *layout* atual e os problemas decorrentes do mesmo para se propor um novo *layout* de armazém ao clube de assinatura.

4.1 Análise da Situação Atual

De acordo com a previsão de demanda baseada na previsão de novos associados no clube e percentual de cancelamento mensal, conclui-se que o clube teve um aumento significativo de demanda até o mês de julho. Posteriormente, a tendência é estabilizar o número de envios de kits realizados pelo clube, conforme indicado na Gráfico 1.

Gráfico 1: Gráfico previsão de demanda e produção

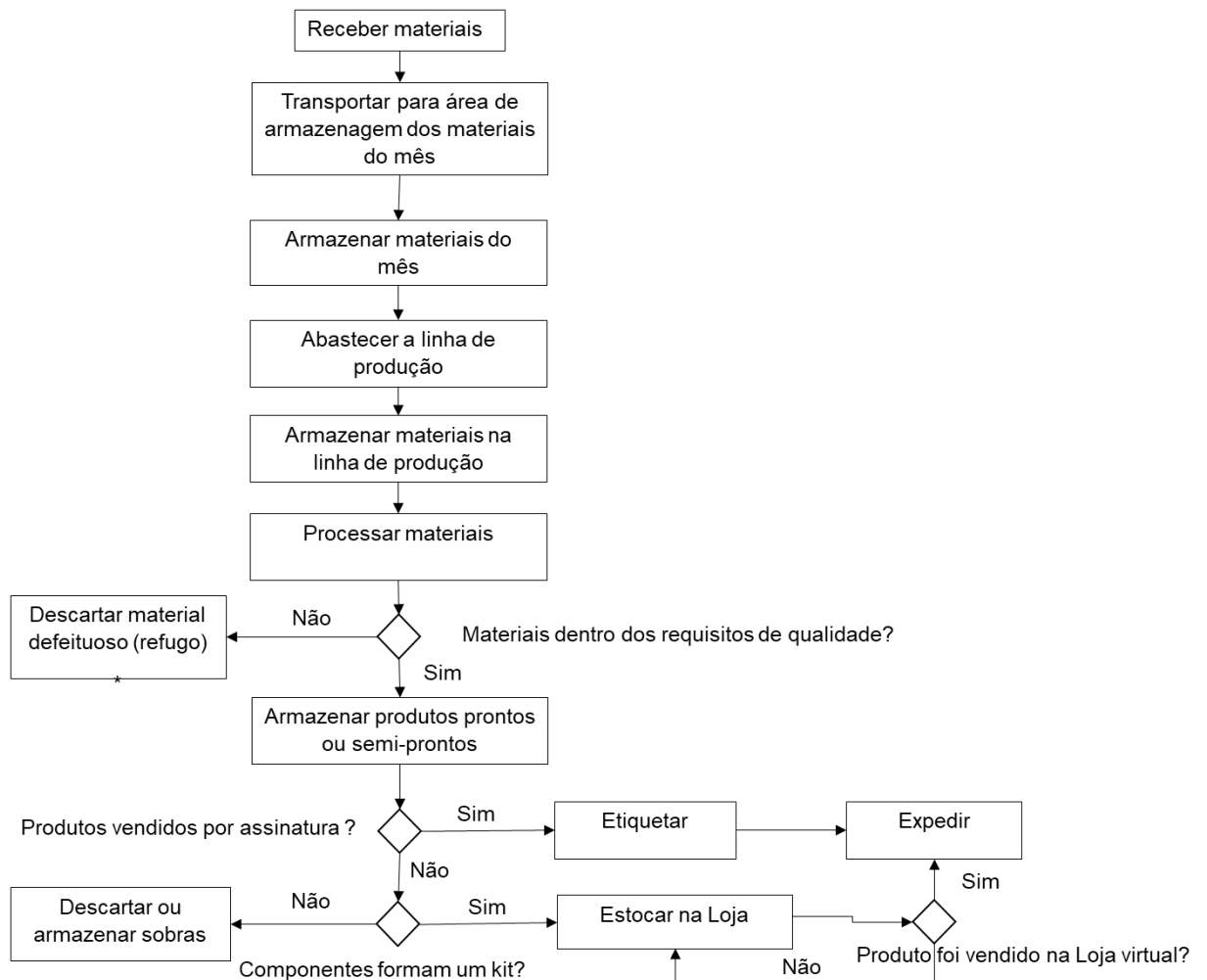


Na avaliação do produto fabricado pela empresa, um kit literário composto por livro, revista, marcador, mimo e luva, constatou-se que existe uma produção em grande quantidade do mesmo produto, que é enviado a todos os assinantes naquele mês. Para a produção de itens com grande quantidade e baixa variabilidade é aconselhável utilizar *layout* em linha.

O processo realizado na fábrica, conforme apresentado na Figura 4, é receber os componentes do mês, transportá-los até a área de armazenagem de componentes, abastecer a borda da linha, conforme a política de abastecimento de cada componente, armazenar materiais na borda da linha até processá-los. Após a montagem, os kits são armazenados na área de produto pronto até o momento da cobrança recorrente da assinatura. Com a cobrança, verifica-se a demanda real dos kits e os mesmos retornam à área de processamento, para serem etiquetados e expedidos. O clube faz a compra dos componentes baseado na previsão de demanda. Os materiais que não forem vendidos por assinatura e formarem um kit são

comercializados na loja virtual exclusiva para assinantes; caso contrário, são considerados sobras que podem ser descartadas ou armazenadas para utilização caso a empresa resolva fazer uma nova edição do livro em que os itens sobraram.

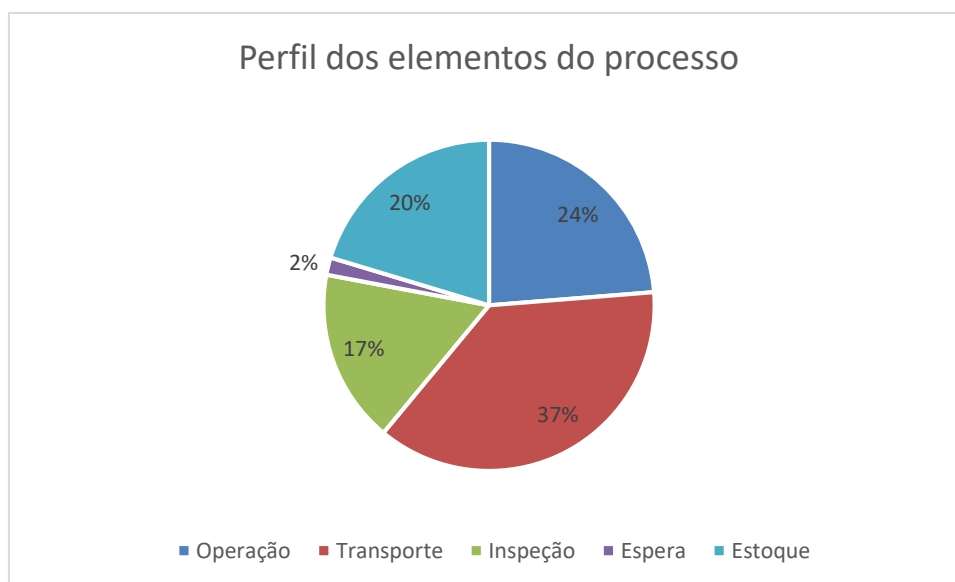
Figura 4: Fluxograma do processo de montagem de kits (fonte: autor)



O detalhamento do processo foi realizado por meio de carta de processo, que apontou as perdas do processo e a sequência das atividades, conforme os Apêndices A e B. O índice de valor agregado (IVA) apresentado no Gráfico 1 do kit é de 24%, ou seja, este índice representa o percentual de elementos agregadores de valor. Segundo Lee (1998), os IVAs normalmente estão entre 20 e 30%, enquanto que em um processo estruturado deveria estar em 60%. O elemento com maior

representatividade é o transporte, com 37%, indicando oportunidade de melhoria com a redução das distâncias percorridas no processo.

Gráfico 1: Gráfico pizza do perfil dos elementos do processo (fonte: autor)

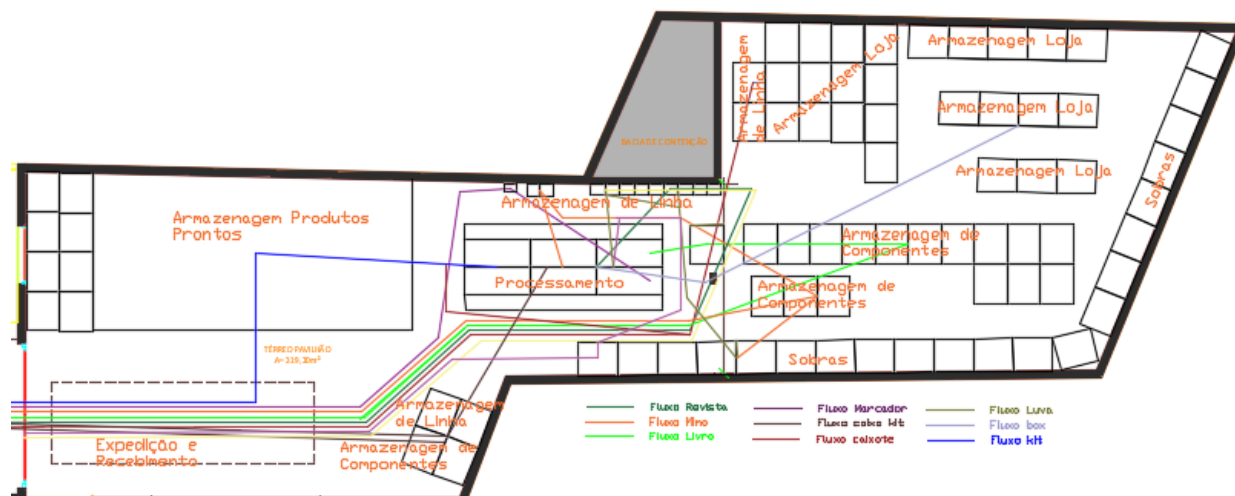


4.2 Análise do *layout* atual

Com relação ao espaço do armazém, constatou-se que a maior parte do local é utilizada para armazenagem de materiais (componentes, produtos semi-prontos ou prontos). O processamento consiste de uma área de montagem manual dos kits. Além disso, existem poucas áreas dedicadas ao transporte de material, sendo necessária, ao longo do mês, a readequação da localização dos materiais para possibilitar o armazenamento dos novos componentes que chegam ao local.

O mapofluxograma auxiliou a compreender a concentração do fluxo de material no entorno da linha de montagem de kits, na parte central do *layout*. O fluxo mais intenso de materiais está localizado em uma área estreita da planta, dificultando o reabastecimento de materiais e a passagem de componentes para área mais ao fundo do armazém, conforme apresentado na Figura 5. A ferramenta também possibilitou a identificação de fluxos cruzados durante o abastecimento dos componentes a serem montados, bem como propiciou a observação das maiores distâncias percorridas pelos materiais no armazém.

Figura 5: Mapofluxograma do processo atual



4.3 Projeto do *layout* futuro

A partir da análise do processo existente foram definidas as unidades de planejamento de espaço. A Tabela 1 mostra as unidades e suas descrições.

Tabela 1: Descrição das unidades de planejamento de espaço

Número	Unidades	Descrição
1	Recebimento	local de recebimento de componentes
2	Armarzenagem de componentes	local de armazenamento de grandes quantidades de componentes
3	Armazenagem de linha	local de armazenamento de componentes que serão utilizados em breve ou recém processados aguardando lote
4	Processamento	local de montagem de kits
5	Armazenagem de produtos prontos	local de armazenagem de kits montados
6	Expedição	local de expedição de produtos
7	Armazenagem de sobras	local de armazenamento de componentes que não formam um kit
8	Armazenagem de produtos da loja	local de armazenamento de produtos semi-prontos e materiais específico para loja
9	Descarte de embalagens	local de armazenamento de embalagens onde são transportados os componentes.

O grau de proximidade foi baseado no número de viagens necessárias para a reposição de materiais entre unidades, conforme a Tabela 2:

Tabela 2: Número de viagens realizadas entre unidades

	De	Para	Número de viagens
3-4	Armazenagem de linha	Processamento	13249
4-9	Processamento	Descarte de embalagens	1316
5-3	Armazenagem de produtos prontos	Armazenagem de linha	506
2-3	Armarzenagem de componentes	Armazenagem de linha	357
5-6	Armazenagem de produtos prontos	Expedição	253
1-2	Recebimento	Armarzenagem de componentes	50
3-7	Armazenagem de linha	Armazenagem de sobras	19
1-3	Recebimento	Armazenagem de linha	13
6—9	Expedição	Descarte de embalagens	9
3-8	Armazenagem de linha	Armarzenagem de produtos da loja	7
2-7	Armarzenagem de componentes	Armazenagem de sobras	2
2-8	Armarzenagem de componentes	Armarzenagem de produtos da loja	1

A partir do número de número de viagens, foi realizado o diagrama de relações que representa os níveis de relacionamento entre os pares de UPEs, conforme a Figura 6. As relações classificadas como “A” são absolutamente importantes; as letras “E” são especialmente importantes; as letras “I” são importantes; as letras “O” são pouco importantes; e as letras “U” são sem importância.

Figura 6: Diagrama de relações

UPE	Recebimento	Armazenagem de materiais	Armazenagem da linha	Processamento	Armazenagem de produtos prontos	Expedição	Armazenagem de sobras	Armazenagem da Loja	Descarte de embalagens
Recebimento		O	O	U	U	U	U	U	U
Armazenagem de componentes do mês			I	U	U	U	U	U	U
Armazenagem da linha				A	I	U	O	O	U
Processamento					U	U	U	U	E
Armazenagem de produtos prontos						I	U	U	U
Expedição							U	U	O
Armazenagem de sobras								U	U
Armazenagem de estoque loja									U
Descarte de embalagens									

Com a consolidação das informações obtidas no diagrama de relações, notou-se a necessidade de proximidade absolutamente importante entre as unidades de processamento e a armazenagem de linha. Isto decorre do fato de que da armazenagem de linha ao processamento os componentes são transportados em pequenas quantidades, ocasionando uma maior frequência de viagens. E, também, a proximidade especialmente importante entre processamento e descarte de embalagens, pois cada vez que uma embalagem de componente é esvaziada ela se torna descarte.

Posteriormente, foi realizado o dimensionamento das unidades. Com os dados sobre tipo de armazenamento e item armazenado verificou-se a capacidade de armazenamento por item. Assim sendo, foi analisada a necessidade de itens em cada unidade e foram definidos os espaços necessários das unidades, conforme a Tabela 3.

Tabela 3: Áreas necessárias das unidades

Unidade	Área Necessária (m²)
Recebimento	0,00
Armazenagem de componentes do mês	33,77
Armazenagem da linha	7,29
Processamento	12,60
Armazenagem de produtos prontos	35,89
Expedição	6,85
Armazenagem de sobras	4,80
Armazenagem de produtos da loja	15,96
Armazenagem de descarte	1,20

As unidades que necessitam de áreas maiores são: armazenagem de produtos prontos e armazenagem de componentes do mês. Para o dimensionamento da armazenagem de produtos prontos foram levados em consideração dados de previsão de demanda. Já para o dimensionamento do espaço para armazenagem de componentes do mês foram estabelecidas premissas com relação à previsão de compras dos materiais e periodicidade de entregas dos fornecedores, uma vez que estes fatores influenciam na quantidade de espaço destinado à unidade. Caso ocorressem entregas em menores lotes e com maior frequência, poderia ser reduzir a utilização do espaço de armazenagem de componentes do local. Neste primeiro momento não foram considerados espaços entre os *pallets* na armazenagem de componentes.

Outra unidade de espaço é a armazenagem de produtos da loja, pois envolve a armazenagem de kits que não foram vendidos na cobrança recorrente de assinatura e alguns produtos específicos, vendidos somente na loja. Já sobre o dimensionamento da armazenagem de linha foram estabelecidas as políticas de abastecimento, como, por exemplo: a quantidade de materiais necessários na linha deve ser suficiente para cobrir um turno ou um dia de produção. Na unidade de processamento, verificou-se que o espaço da mesa de montagem e a quantidade de operadores que trabalham no local.

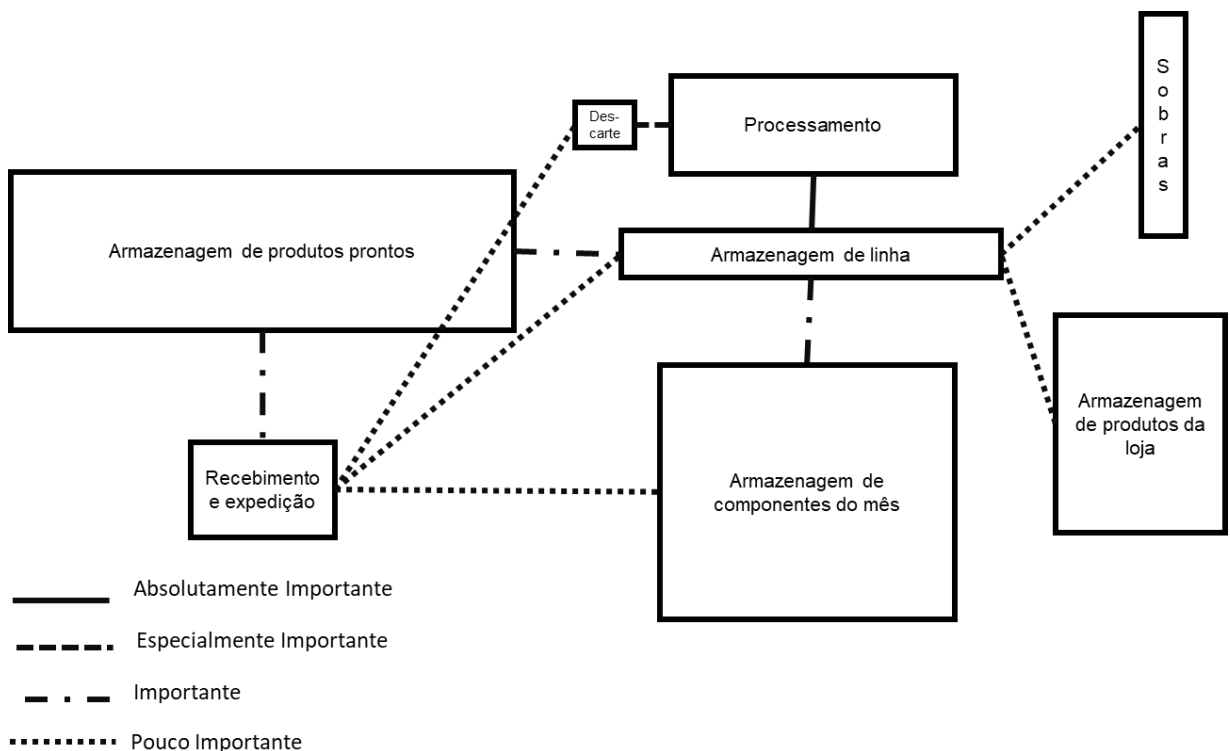
Na avaliação da área necessária para as unidades de recebimento e de expedição, que se situam no mesmo local, foi estabelecido que os componentes que chegam na empresa são armazenados diretamente na área de armazenagem de

componentes. Assim, não é necessário espaço para armazenagem; apenas para deslocamento. E o espaço da expedição depende do número máximo de produtos expedidos em um dia.

Em relação às sobras, foram destinados 4,8 m², pois elas não são utilizadas pela empresa, a menos que se realize uma nova publicação de edições de kits passados. A empresa revisou o processo de compras de materiais além dos necessários para a montagem de kits e reduzirá o pedido, para não gerar tantas sobras. Dessa forma, o espaço utilizado com sobras na proposição do novo *layout* foi diminuído consideravelmente em relação àquele que se tem atualmente na empresa.

Com a combinação das informações de grau de proximidade, obtido do diagrama de relação, e de espaço necessário para cada unidade foi realizado o diagrama de inter-relações entre os espaços. Esta ferramenta possibilita a visualização das dimensões e o relacionamento entre unidades, conforme a Figura 7.

Figura 7: Diagrama de inter-relação entre os espaços

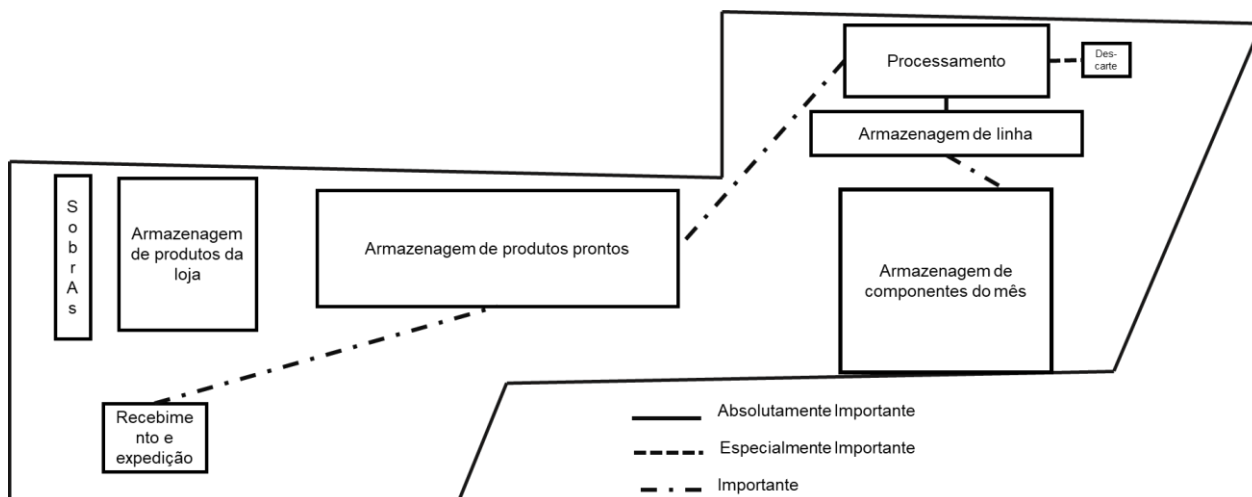


Com estas informações foi constatado que prioritariamente as áreas de processamento, armazenagem de linha e descarte devem ser aproximadas. Já a área

de armazenagem de produtos prontos tem que se localizar próxima à da armazenagem de linha, mas também próxima à de expedição dos kits. A área de armazenagem de componentes deve se localizar próxima à da armazenagem de linha. As áreas de armazenagem de produtos da loja e armazenagem de sobras podem se localizar em regiões periféricas, dentro do local.

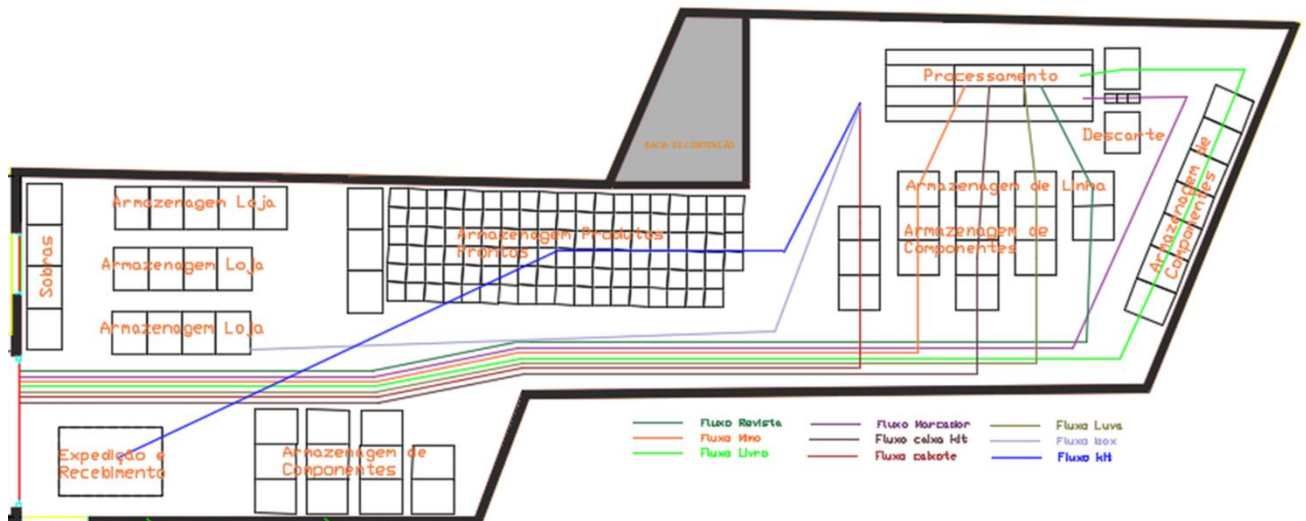
Dessa forma, foi realizado um diagrama de inter-relações entre os espaços considerando a planta do local. Quando o diagrama de fluxo foi inserido na planta do armazém, conforme a Figura 8, perceberam-se alguns problemas decorrentes da forma do local. As unidades de armazenagem de produtos prontos e de armazenagem de componentes tinham um relacionamento considerado importante com a armazenagem de linha e ocupam um espaço representativo na planta. Com o objetivo de facilitar o transporte de material, evitando fluxos cruzados e uma grande intensidade de fluxo no espaço central da planta, que é restrito, optou-se por deslocar a armazenagem de linha, o processamento e o descarte para a direita, a fim de aproveitar a área de maior espaço e facilitar o abastecimento dos materiais da unidade de componentes para armazenagem de linha.

Figura 8: Diagrama de inter-relações de espaço na planta do local



Portanto, foi estabelecido o novo *layout* detalhado, conforme a Figura 9. Neste *layout* foram apresentados os fluxos de materiais futuros. Neste cenário, a localização da armazenagem de cada componente segue a ordem de necessidade de material na montagem dos kits. Além disso, foram delimitadas as áreas de transporte de materiais.

Figura 9: Fluxo de materiais do *layout* proposto



Por fim, foi calculado o índice de carga-distância dos materiais do *layout* atual e do *layout* proposto, com a finalidade de compreender os impactos ocasionados pela alteração do *layout*. Na Tabela 4 foi mostrado o índice de carga-distância entre as unidades do *layout* atual e a distância média percorrida entre elas. Já na Tabela 5 foi apresentado o índice de carga-distância do *layout* proposto.

Tabela 4: Índice de deslocamento entre unidades no *layout* atual

De	Para	Grau de Relacionamento	Vij x Dij	Dij (m)
Armazenagem de linha	Processamento	A	26387,54	1,99
Processamento	Descarte de embalagens	E	10229,97	7,77
Armazenagem de produtos prontos	Armazenagem de linha	I	2932,35	5,80
Armazenagem de componentes	Armazenagem de linha	I	1472,15	4,12
Armazenagem de produtos prontos	Expedição	I	2920,63	11,54
Recebimento	Armazenagem de componentes	O	1118,85	22,38
Armazenagem de linha	Armazenagem de sobras	O	118,76	6,25
Recebimento	Armazenagem de linha	O	251,48	19,34
Expedição	Descarte de embalagens	O	195,73	21,75
Armazenagem de linha	Armazenagem de produtos da loja	O	74,69	10,67
Armazenagem de componentes	Armazenagem de sobras	U	3,05	1,52
Armazenagem de componentes	Armazenagem de produtos da loja	U	3,05	3,05

Tabela 5: Índice de deslocamento entre unidades no *layout* proposto

De	Para	Grau de relacionamento	Vij x Dij	Dij (m)
Armazenagem de linha	Processamento	A	22152,81	1,672
Processamento	Descarte de embalagens	E	3640,29	2,820
Armazenagem de produtos prontos	Armazenagem de linha	I	6097,70	12,051
Armazenagem de componentes	Armazenagem de linha	I	382,35	7,647
Armazenagem de produtos prontos	Expedição	I	3554,25	14,048
Recebimento	Armazenagem de componentes	O	1660,48	33,210
Armazenagem de linha	Armazenagem de sobras	O	709,44	37,339
Recebimento	Armazenagem de linha	O	530,61	40,816
Expedição	Descarte de embalagens	O	348,34	38,704
Armazenagem de linha	Armazenagem de produtos da loja	O	160,38	22,911
Armazenagem de componentes	Armazenagem de sobras	U	38,28	19,140
Armazenagem de componentes	Armazenagem de produtos da loja	U	38,28	38,281

Foi verificado que o índice de carga-distância das unidades com alto grau de relacionamento foi, em sua maioria, reduzido. Por exemplo, nas unidades armazenagem de linha e de processamento, os materiais foram localizados mais próximos da montagem e na sequência em que são utilizados. Entre as unidades de processamento e descarte de embalagens a distância foi reduzida, pois o espaço para descarte foi localizado do mesmo lado onde é feito o reabastecimento. No índice entre as unidades de armazenagem de componentes e na armazenagem de linha, o número de viagens foi reduzido, pois os materiais foram transportados em *pallets*, dado que a disponibilidade de espaço permite essa alteração da unidade de deslocamento. Já as unidades cuja a proximidade não era prioridade, devido ao baixo grau de relacionamento, tiveram suas distâncias aumentadas.

Assim sendo, foram estabelecidas as taxas de deslocamento, comparando o *layout* proposto com o atual. Conforme a Tabela 6.

Tabela 6: Taxa de deslocamento

De	Para	Grau de relacionamento	Índice proposto/ Índice atual
Armazenagem de linha	Processamento	A	84%
Processamento	Descarte de embalagens	E	36%
Armazenagem de produtos prontos	Armazenagem de linha	I	208%
Armazenagem de componentes	Armazenagem de linha	I	26%
Armazenagem de produtos prontos	Expedição	I	122%
Recebimento	Armazenagem de componentes	O	148%
Armazenagem de linha	Armazenagem de sobras	O	597%
Recebimento	Armazenagem de linha	O	211%
Expedição	Descarte de embalagens	O	178%
Armazenagem de linha	Armazenagem de produtos da loja	O	215%
Armazenagem de componentes	Armazenagem de sobras	U	1256%
Armazenagem de componentes	Armazenagem de produtos da loja	U	1256%

A redução do índice de carga-distância geral foi de 14%. Essa redução da distância total percorrida tanto dos materiais quanto dos operadores no armazém propiciou uma redução de perdas por transporte e movimentação. Como o transporte é um dos principais elementos do processo, pois representa 37% das atividades, a melhoria é significativa para o desempenho produtivo do setor de armazenagem e montagem. Além disso, a perda por estoque também foi reduzida, visto que foram explicitados os cenários de dimensionamento de espaços das unidades baseados em diferentes premissas e foi escolhido, juntamente com os responsáveis da produção, o cenário mais adequado à situação atual da empresa. Nessa avaliação de cenários, o dimensionamento do espaço para sobras, por exemplo, foi revisto e reduzido consideravelmente, pois as sobras só seriam utilizadas se a empresa fizesse uma nova edição do kit passados.

5. CONCLUSÃO

No cenário atual, no qual os fabricantes enfrentam desafios com a competição e com a crescente exigência dos clientes com a alta qualidade e preços baixos dos produtos finais. Uma forma de se manter competitivo nesta economia globalizada é tornar-se mais eficiente (KUMAR et al., 2012). Neste contexto, a análise do *layout* se torna um fator importante para reduzir perdas de movimentações e transporte, para aumentar a capacidade de armazenagem. Dessa forma, este trabalho teve por objetivo sistematizar o replanejamento do *layout* do setor de armazenagem e montagem de um clube de assinatura de livros, a fim de reduzir as perdas relacionadas ao *layout* como perdas por transporte, movimentação e estoque.

Desta maneira, foi realizado um estudo dos processos realizados no armazém, identificando as perdas. Posteriormente, foi aplicado o método SLP (*Systematic Layout Planning* – Planejamento Sistemático de *Layout*), a partir do qual foram identificados o grau de relação entre as unidades de planejamento e o dimensionamento das áreas necessárias a cada unidade. Assim, foi possível alocar as unidades na planta do armazém considerando as limitações do local, grau de relacionamento entre unidades e dimensionamento de cada uma delas. Por fim, foi estabelecido o *layout* detalhado do local, no qual se mostrou a alocação dos componentes e produtos, bem como o fluxo de materiais.

A aplicação do SLP e o mapeamento do processo do armazém permitiram que fossem explicitados os problemas do *layout* atual. As mudanças propostas puderam ser justificadas com a utilização das ferramentas do trabalho. As posições das unidades foram modificadas, propiciando uma maior linearidade do percurso realizado pelos materiais e uma melhor organização espacial das unidades. Com o entendimento do sequenciamento do processo conseguiu-se estabelecer áreas dedicadas a componentes e a produtos, possibilitando um maior controle do posicionamento dos materiais. O sistema de trabalho do armazém se tornou mais simples e compreensível. Além disso, foi constatado uma redução de 14% no índice de carga-distância, ou seja, uma diminuição de perdas relacionadas ao transporte, movimentação no processo e um aumento da produtividade no serviço realizado no armazém. E ainda foi verificada uma redução de perdas por estoque uma vez que

foram avaliadas as premissas mais adequadas à situação atual da empresa para o dimensionamento dos espaços das unidades.

O método proposto neste trabalho proporcionou uma maior integração entre a equipe de operação e de gerência, por meio de troca de conhecimento e pela transformação de informações em dados de análise. As diferentes visões sobre o *layout* do armazém auxiliaram na definição da nova proposta de *layout*. A principal contribuição teórica foi a junção de ferramentas como SLP e mapeamento de processos para melhoria dos fluxos e redução de perdas no processo.

Como sugestão para trabalhos futuro pode-se realizar a aplicação do método SLP em armazéns de diferentes segmentos e dimensões. Além disso, ressalta-se a oportunidade de realização de uma análise de investimento em verticalização do armazém do clube de assinatura de livros estudados.

REFERÊNCIAS

ABCOMM. Associação Brasileira de Comércio Eletrônico. Disponível em: <<https://abcomm.org/>>. Acesso em 15 jun. 2017.

ANTUNES, J. et al. **Sistemas de Produção**: conceitos e práticas para projeto e gestão da Produção Enxuta. Porto Alegre: Bookman, 2008.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração da produção e operações – manufatura e serviços**: uma abordagem estratégica. São Paulo: Atlas, 2004.

_____. **Administração da produção e operações – manufatura e serviços**: uma abordagem estratégica. São Paulo: Atlas, 2012. 3. ed.

CRESWELL, John W.; MAIETTA, Ray C. *Qualitative research*. In: **Handbook of research design and social measurement**. Beverly Hills: Sage. 2002. v. 6. p. 143-184

GEITENES, Simone. **Princípios da produção enxuta**: um estudo de caso para avaliação dos desperdícios no processo produtivo e melhorias no *layout* em uma indústria de vidros. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2013.

GHINATO, Paulo. Elementos Fundamentais do Sistema Toyota de Produção. In: Almeida & Souza (Org.). **Produção e Competitividade**: Aplicações & Inovações. Pernambuco: Editora UFPE. p. 31-59, 2000.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002. 4ª. ed.

HEINEN, Mayara Hobold. **Proposta de arranjo físico baseado nos conceitos da Produção Enxuta para uma fábrica de Estruturas Metálicas**. Monografia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2013.

HUERTAS, José Ignacio; DÍAZ RAMÍREZ, Jenny; TRIGOS SALAZAR, Federico. **Layout evaluation of large capacity warehouses**. Facilities, v. 25, n. 7/8, p. 259-270, 2007

IANNI, Octavio. **Teorias da Globalização**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1997. 4ª. ed.

KRAJEWSKI, L.; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M. **Administração de Produção e Operações**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

_____. **Administração de Produção e Operações**. São Paulo: Comparison Website, 2010. 8ª ed.

KUMAR, D.A.; RAMESH, V. *Cellular Manufacturing Layout Design in Inner Tube Manufacturing Industry: a Case Study*. **International Journal of Scientific Engineering and Technology**. 2012. v. 1, Issue nº 6, p. 306-313.

LEE, Quarterman. **Projeto de instalações e do local de trabalho**. IMAM, 1998.

LUZZI, A. Antônio. **Uma abordagem para projetos de layout industrial em sistemas de produção enxuta**: um estudo de caso. Dissertação para Mestrado, Porto Alegre, 2004.

MUTHER, R.; WHEELER, J. D. **Planejamento simplificado de layout**: sistema SLP. São Paulo: IMAM, 2000.

NEUMANN, C.; SCALICE, R. K. **Projeto de fábrica e layout**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

RAITER, D. **Importância do Layout**. [S.l]: 2012. Disponível em <<http://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/Importancia-Do-Layout/314612.html>>. Acesso em: 07 ago. 2017.

RAWABDEH, I.; TAHBOUB, K. *A new heuristic approach for a computer-aided facility layout*. **Journal of Manufacturing Technology Management**, 2005. v. 17, n. 7, p. 962- 986.

RIVERA, L.; CHEN, F. F. *Measuring the impact of Lean tools on the cost–time investment of a product using cost–time profiles*. **Robotics and Computer-Integrated Manufacturing**. 2007. v. 23, n. 6, p. 684-689.

SARCINELLI, Wanessa Tatiany. **Construção Enxuta através da padronização de tarefas e projetos**. Monografia (Especialização). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2008.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção Do Ponto**. Bookman, 1996.

SLACK, N. et. al. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2007. 2ª ed.

_____. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2009.

SILVA, Alessandro Lucas da et al. **Desenvolvimento de um modelo de análise e projeto de layout industrial, em ambientes de alta variedade de peças, orientado para a produção enxuta**. 2009. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SILVA, Alessandro L. et al. Um modelo de projeto de *layout* para ambientes *job shop* com alta variedade de peças baseado nos conceitos da produção enxuta. **Gestão & Produção**. 2012. v. 19, n. 3, p. 531-541.

SILVA, Edna L.; MENEZES, Estera M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. . Florianópolis: UFSC, 2005. 138 p. 4ª ed.

SOARES, João P. M. et al. A contribuição da simulação computacional para a análise sistêmica da reestruturação de *layout* e otimização de recursos na manufatura celular: estudo de caso em uma célula de uma empresa do ramo automotivo. **Produto & Produção**. 2011. v. 12, n. 3.

STAHL, J. F. *Facility productivity today can be planned, measured and controlled-do it*. **Industrial Engineering**. 1990. v. 22, n. 6, p. 28-32.

THIOLLENT, Michel. Metodologia da pesquisa-ação. In: **Metodologia da pesquisa-ação**. Cortez, 2011.

- TOMPKINS, James A. et al. **Facilities planning**. John Wiley & Sons, 2010.
- VIEIRA, Augusto C. G. **Manual de layout (arranjo físico)**. Rio de Janeiro: Confederação Nacional da Indústria, 1981.
- TORTORELLA, G. L.; FOGLIATTO, F. S. Planejamento sistemático de *layout* com apoio de análise de decisão multicritério. *Produção*, v. 18, n. 3, p. 609-624, 2008
- WASTOWSKI, Ricardo. **A utilização conjugada do mapeamento da cadeia de valor e do mecanismo da função produção para avaliação de sistemas de produção**. 2001.
- WATANAPA, Anucha; WIYARATN, Wisitsree. *Systematic layout planning to assist plant layout: case study pulley factory*. In: **Applied Mechanics and Materials**. Trans Tech Publications. 2012. p. 3952-3956.
- WOMACK, J.P.; JONES, D.T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. Elsevier: Rio de Janeiro, 2004.
- WU Yujiao; ZHU Lingyao; WU Yue. *Logistics Facilities Planning and Design Based on SLP*, **American Journal of Applied Scientific Research**. 2016. v. 2, No. 3. pp. 12-16.
- YANG, T.; CHAO-TON, S.; YUAN-RU, H. **Systematic layout planning: a study on semiconductor wafer fabrication facilities**. *International Journal of Operations Management*, vol. 20, n.11, 2000.
- YANG, Taho; KUO, Chunwei. **A hierarchical AHP/DEA methodology for the facilities layout design problem**. *European Journal of Operational Research*, v. 147, n. 1, p. 128-136, 2003.

Apêndice A – Carta de processo de montagem de kits

Processo atual		Gráfico de Fluxo de Processo					Folha nº	
Processo: Montagem de kits de livros			Data:					
Setor			Responsável					
Passo	D (cm)	T (s)	Operação	Transporte	Inspeção	Espera	Estoque	Descrição
1			●	⇨	□	D	▽	Expedir kits
2	4,78		○	➡	□	D	▽	Transportar caixote ao caminhão
3			○	⇨	□	D	▽	Aguardar horário de retirada
4	11,544		○	➡	□	D	▽	Transportar para expedição
5			○	⇨	□	D	▽	Aguardar data da retirada
6	5,7952		○	➡	□	D	▽	Transportar para área de produto pronto
7			○	⇨	□	●	▽	Aguardar lote para transportar
8			○	➡	□	D	▽	Manusear kit da linha para o caixote
9			●	⇨	□	D	▽	Etiquetar kit
10			○	➡	□	D	▽	Manusear kit do caixote para linha
11	5,7952		○	➡	□	D	▽	Transportar caixote da área de produto pronto para área da linha
12			○	⇨	□	D	▽	Aguardar etiquetagem na área de produto pronto
13	5,7952		○	➡	□	D	▽	Transportar caixote para área de produto pronto
14			○	➡	□	D	▽	Manusear kit da linha para o caixote
15			●	⇨	□	D	▽	Montar caixote
16			●	⇨	□	D	▽	Fechar kit
17			●	⇨	□	D	▽	Inserir mimo no kit
18			●	⇨	□	D	▽	Inserir box no kit
19			●	⇨	□	D	▽	Montar caixa do kit
20			●	⇨	□	D	▽	Inserir livro com marcador e revista na box
21			●	⇨	□	D	▽	Inserir marcador no livro
22			○	➡	□	D	▽	Abastecer materiais

Apêndice B – Carta de processo de abastecimento de componentes

Processo atual	Gráfico de Fluxo de Processo					Folha nº		
Processo: Abastecer			Data:					
Setor			Responsável					
Passo	D (cm)	T (s)	Operação	Transporte	Inspeção	Espera	Estoque	Descrição
1			●	⇨	□	D	▽	Utilizar componente
2			○	⇨	■	D	▽	Conferir qualidade do componente
3			○	➡	□	D	▽	Transportar caixas do componente para área de processamento
4			○	⇨	□	D	▼	Armazenar caixas de componente na área de armazenagem de linha
5			○	➡	□	D	▽	Transportar caixas de componente para área armazenagem de linha
6			○	⇨	□	D	▼	Armazenar pallet de caixas de componente na área de armazenagem de componentes
7			○	➡	□	D	▽	Transportar pallet de caixas de componentes para área de armazenagem de componentes
8			○	⇨	■	D	▽	Conferir quantidade de caixas de componentes